

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-307268

(43)Date of publication of application : 21.11.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

(21)Application number : 06-099816

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 13.05.1994

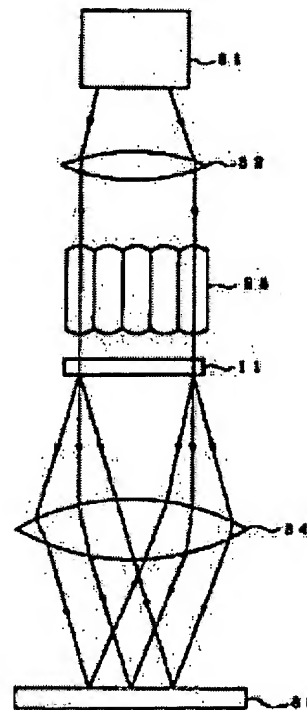
(72)Inventor : TANABE YASUYOSHI

## (54) OPTICAL DEVICE FOR ILLUMINATION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce reflected light from a substrate through a simple method by forming a part or the whole illumination light in inclined light to a specified region and forming the polarized light of inclined light in linearly polarized light contained in the plane of incidence of inclined light.

CONSTITUTION: Beams emitted from a KrF excimer laser beam source 81 changed into a narrow zone are linearly polarized. The beams are projected to a fly's eye lens 83 through a collimator lens 82. A mask 85 is irradiated with polarized and rotated beams in the plane of incidence by a spatial filter 11 placed at the rear of the fly's eye lens 83 through a condenser lens 84. The polarized light of illumination light is formed in p-polarized light to the plane of incidence. Accordingly, reflected light from a substrate can be reduced remarkably and simply without using an antireflection film and a die-containing resist.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-307268

(43) 公開日 平成7年(1995)11月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 B 27/32

G 0 3 F 7/20

F

5 2 1

H 0 1 L 21/ 30

5 2 7

5 1 5 D

審査請求 有 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平6-99816

(22) 出願日

平成6年(1994)5月13日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田邊 容由

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

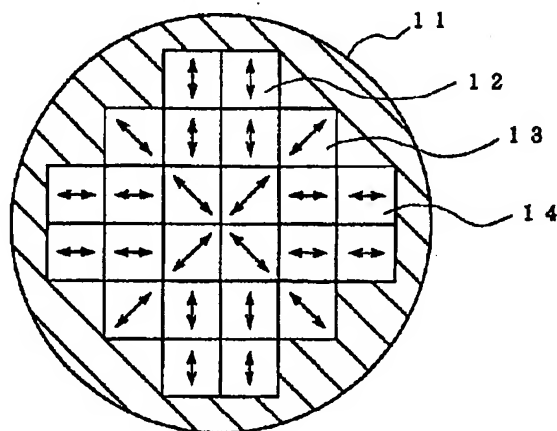
(54) 【発明の名称】 照明光学装置

(57) 【要約】

【目的】 露光工程において、基板からの反射光を簡便な方法で低減する。

【構成】 照明光の偏光を入射面内に含まれる直線偏光とする。

【効果】 基板からの反射率はS偏光とP偏光で異なる。基板に斜め方向から光が入射した場合、P偏光の反射率はS偏光より小さい。照明光の偏光を入射平面に対し常にP偏光とすることにより、基板反射の影響を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】照明光学系からの照明光により物体上の所定領域を均一に照明する照明光学装置において、前記照明光の一部あるいは全体を前記所定領域に対し傾斜光とする手段と、前記傾斜光の偏光を前記傾斜光の入射面内に含まれる直線偏光とする手段とを有することを特徴とする照明光学装置。

【請求項 2】照明光の偏光が入射平面に対し P 偏光であることを特徴とする請求項 1 記載の照明光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体集積回路あるいは液晶表示素子等の製造工程で、回路パターンの転写に利用される露光装置の一部である照明光学装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路または液晶表示素子の露光工程では、露光装置を用いてマスク上の回路パターンを基板上に塗布したレジストに転写する。半導体素子等は立体的構造を持つため、基板には段差が存在することが多い。基板段差部分に入射した光は斜め方向に反射するため、マスクで遮光した部分まで露光されてしまうという問題が生じる。また、基板が平面的な場合でも基板の反射率が高いと定在波の影響によりレジスト形状が劣化する。従来、これらの問題を解決するため、基板上に反射防止膜を張る方法が知られている。また、ダイ入りレジストを用ることにより、基板に到達する光を低下させる方法も知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】反射防止膜を用いる方法は、工程によっては基板の汚染を生じるため使用できない場合がある。また、反射防止膜を張るための工数が増えてしまうという問題もある。ダイ入りレジストを用いて基板に到達する光を大きく低下させるためには、レジストの吸収率を大きくする必要がある。この結果、レジストプロファイルが垂直で無くなってしまいう問題が発生する。

【0004】本発明の目的は、上記の問題を解決し、基板からの反射光を簡便な方法で低減する露光装置に使用される照明光学装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、照明光学系からの照明光により物体上の所定領域を均一に照明する照明光学装置において、前記照明光の一部あるいは全体を前記所定領域に対し傾斜光とする手段と、前記傾斜光の偏光を前記傾斜光の入射面内に含まれる直線偏光とする手段とを有することを特徴とする照明光学装置である。

## 【0006】

【作用】照明光はマスク上のパターンにより回折される。マスクパターンが微細になると回折角が大きくな

る。このため、図 2 (a) に示すように直入射照明光 21 では 0 次光 25 しか投影光学系 27 を通過しないためウエファ 28 上に像が形成されない。これに対し、図 2 (b) のような斜入射照明光 29 の場合には 0 次光 25 以外に +1 次光 26 または -1 次光 24 が投影光学系を通過するためウエファ 28 上に像が形成される。

【0007】そこで、照明光学系の 2 次光源として図 3 (a)、(b) に示される 2 種類のものを考える。

【0008】開口部 31 および 32 は 2 次光源 30 の中心から離れているため、照明光はマスクに対し斜め方向から入射する。開口部の位置は、通常用いられるコヒーレント因子  $\sigma$  で表した場合、 $\sigma = 0.5 \sim 0.6$  の部分に相当する。図 3 (a) と図 3 (b) の違いは照明光の偏光方向にある。図 3 (a) では開口部 31 を通過する光は入射平面に対し P 偏光となっているが、図 3 (b) では開口部 32 を通過する光は入射平面に対し S 偏光となっている。

【0009】このような照明光を図 4 のマスクに照射し、投影光学系により段差を持った Si 基板 53 上のレジスト膜 52 に結像したときの電場強度分布 51 を図 5 および図 6 に示す。段差方向は反射の影響が最も大きくなる様に、照明光の入射平面と直交する方向に配置している。図 5 は P 偏光、図 6 は S 偏光に対応している。図 4 のマスク上の遮光部 23 および透明部 41 の幅は、ウエファ上に投影した場合に  $0.2 \mu\text{m}$  となっている。また、照明光は KrF エキシマレーザ光 (波長  $248 \text{ nm}$ )、投影光学系の開口数は  $0.6$  である。レジストは電場に対し反応し、磁場はレジストの感光に寄与しないことが知られている。レジスト内の電場強度分布を見ると、S 偏光では反射光が遮光部分まで侵入してしまうのに対し、P 偏光では侵入していない。このため、図 3 (a) の照明光学系を用いれば、基板反射の影響を低減することができる。

【0010】このような現象の生じる理由を以下に説明する。光の反射率は偏光状態により大きく異なることが知られている。例えば、吸収を持たない媒質にプリュースター角で光を入射すると、P 偏光の反射率は 0 となる。半導体基板は一般的に光を吸収するのでプリュースター角は存在しないが、光が斜めに入射した場合、P 偏光の反射率は S 偏光に比べてずっと小さくなる。具体的にレジスト (屈折率  $n = 1.76$ 、吸収係数  $k = 0.012$ ) と Si ( $n = 1.41$ 、 $k = 3.35$ ) との境界面での反射率を計算した結果を図 7 に示す。計算に用いた屈折率は KrF エキシマレーザの波長  $\lambda = 248 \text{ nm}$  における値である。入射角が  $60$  度付近では P 偏光の反射率は S 偏光の半分程度に下がっている。物理的説明としては、S 偏光の場合には境界面で生じる誘導電流の向きと電場の向きが一致するため大きな誘導電流が生じ反射率が大きくなるが、P 偏光の場合には一致しないため誘導電流が生じ難くなり反射率が落ちる。図 7 の反射率の計

算は平面的な基板に斜め方向から光が入射した場合に相当するが、段差を持った基板の場合にも誘導電流の向きを考慮すると同様な現象が生じる。

#### 【0011】

【実施例】本発明の照明光学装置の第1の実施例を図8に示す。狭帯域化したK r Fエキシマレーザ光源81を出た光は直線偏光している。この光はコリメータレンズ82を通りフライアイレンズ83に入射する。フライアイレンズ83の後ろに置かれた空間フィルタ11により入射平面内に偏光回転された光はコンデンサレンズ84

を通りマスク85を照明する。空間フィルタ11の上面図を図1に示す。フライアイレンズ83に対応する小開口部には偏光方向がそれぞれの入射平面内で直線偏光となるように1/2λ板12、13、14がはめられている。空間フィルタ11の代わりに図9に示す空間フィルタ91を用いると輪帯照明の効果により解像力が向上する。図中の92~95は1/2λ板である。

【0012】図10は本発明の照明光学装置の第2の実施例である。狭帯域化したK r Fエキシマレーザ光源81を出た光は直線偏光している。この光は偏光回転素子101を通ることにより偏光面が回転する。偏光回転量は偏光回転制御部102により制御される。また、同時に反射鏡103と105を回転機構104および106によりそれぞれ直交方向に回転することにより、レーザ光がフライアイレンズ83の全面あるいはその一部を走査している。偏光回転制御部102と回転機構104および106のタイミングを合わせることで、フライアイレンズ83からの照明光が常に入射平面内で直線偏光となるように制御されている。偏光回転素子101と制御部102の組み合わせとしては、例えば1/2λ板と回転機構などを用いることができる。

【0013】なお、以上の実施例では光源としてK r Fエキシマレーザを用いたが、A r Fエキシマレーザ、高圧水銀ランプのi線、g線、あるいはX線などを代わりに用いることもできる。光源が偏光していない場合には、偏光板などの偏光素子を光源と偏光回転素子の間に挿入すれば良い。基板もSiに限らず、Al、SiO<sub>2</sub>などあらゆるものに適用できる。

#### 【0014】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の照明光学装置によれば、反射防止膜やダイ入りレジストを用いずとも、基板からの反射光を著しくかつ簡便に低減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である照明光学装置に用いられる空間フィルタの第1の例を示す図。

【図2】直入射照明と斜入射照明による回折光の進行方向を示す図。

【図3】斜入射照明における2次光源の形状と偏光方向を示す図。

【図4】遮光部および透明部よりなるマスク。

【図5】P偏光による斜入射照明をした場合のレジスト内電場強度分布図。

【図6】S偏光による斜入射照明をした場合のレジスト内電場強度分布図。

【図7】反射光の偏光依存性を示す図。

【図8】本発明の第1の実施例である照明光学装置を説明するための図。

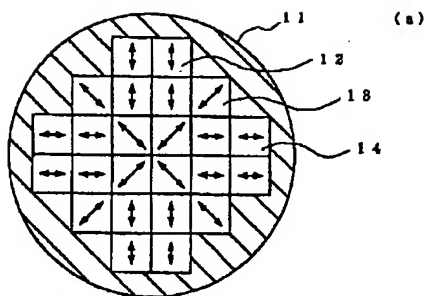
【図9】本発明の第1の実施例である照明光学装置に用いられる空間フィルタの第2の例を示す図。

【図10】本発明の第2の実施例である照明光学装置を説明するための図。

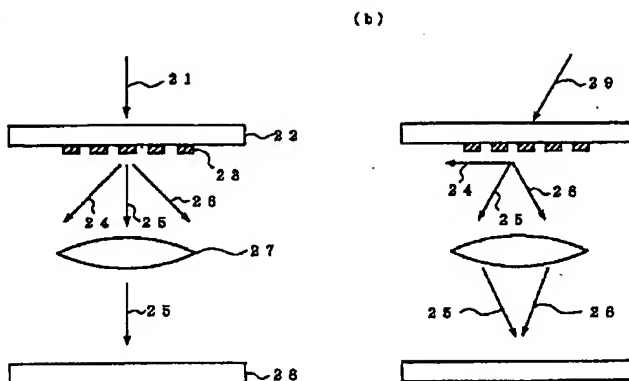
#### 【符号の説明】

- 11 空間フィルタ
- 12、13、14 1/2λ板
- 21 直入射照明光
- 22 ガラス基板
- 23 遮光部
- 24 -1次光
- 25 0次光
- 26 +1次光
- 27 投影光学系
- 28 ウェファ
- 29 斜入射照明光
- 30 2次光源
- 31、32 開口部
- 41 透明部
- 51 電場強度分布
- 52 レジスト膜
- 53 Si基板
- 81 レーザ光源
- 82 コリメータレンズ
- 83 フライアイレンズ
- 84 コンデンサレンズ
- 85 マスク
- 91 空間フィルタ
- 92、93、94、95 1/2λ板
- 101 偏光回転素子
- 102 偏光回転制御部
- 103、105 反射鏡
- 104、106 回転機構

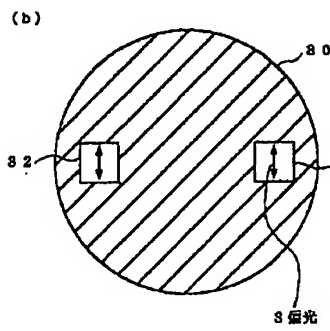
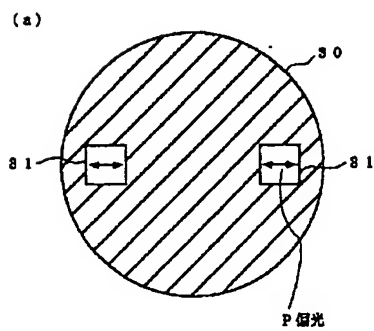
【図1】



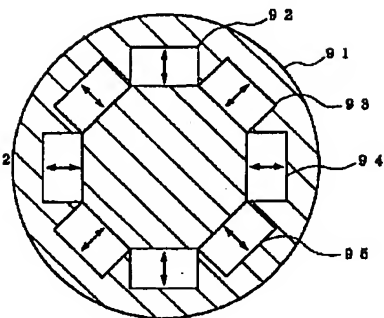
【図2】



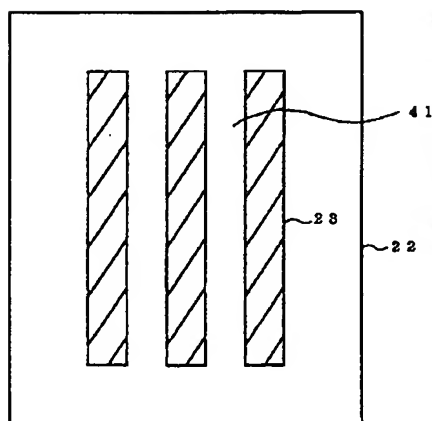
【図3】



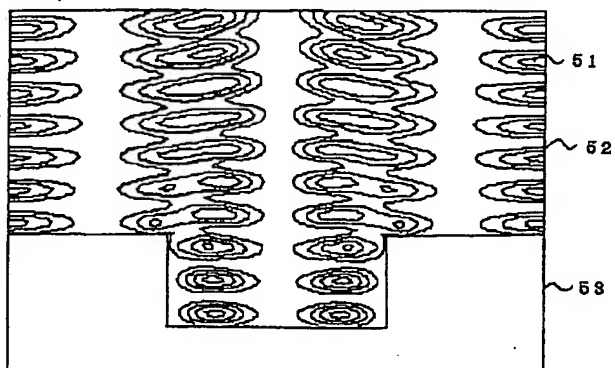
【図9】



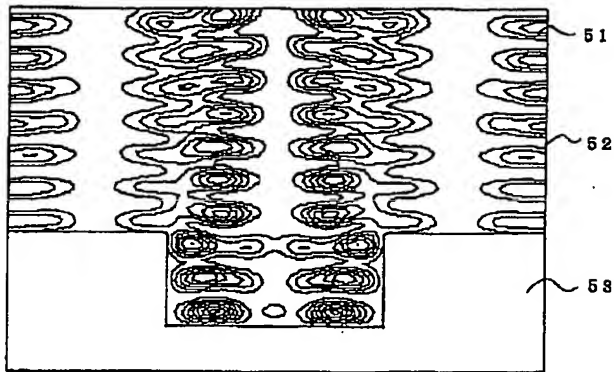
【図4】



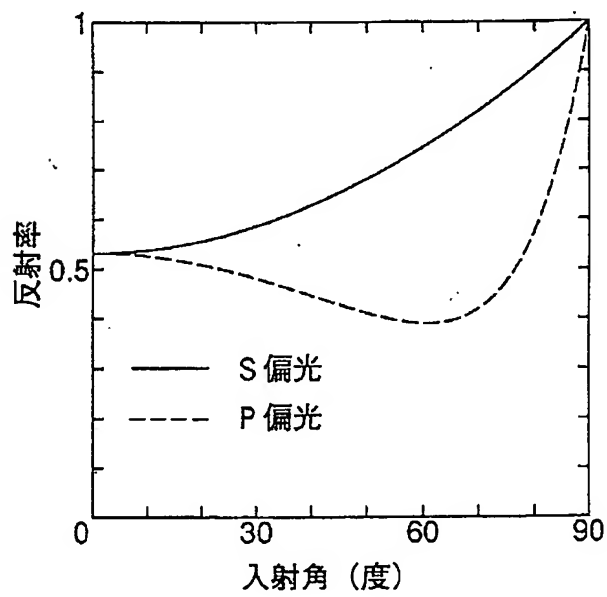
【図5】



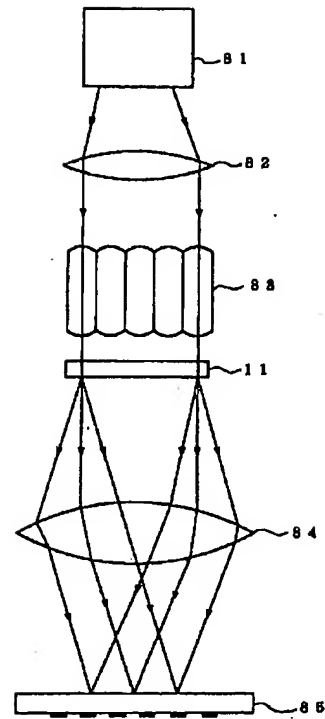
【図6】



【図7】



【図8】



【図10】

